



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 19 867 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 43 19 867.8  
㉑ Anmeldetag: 16. 6. 93  
㉒ Offenlegungstag: 22. 12. 94

㉓ Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**F 16 C 33/24**  
B 32 B 15/08  
B 32 B 7/02  
// B32B 15/02,5/18,  
C08J 5/16,C08L  
27:18,27:16,C08K  
3/08

DE 43 19 867 A 1

㉔ Anmelder:  
Kolbenschmidt AG, 74172 Neckarsulm, DE  
㉕ Vertreter:  
Rieger, H., Dr., Rechtsanwalt, 60323 Frankfurt

㉖ Erfinder:  
Baureis, Hans-Paul, 69234 Horrenberg, DE; Schubert,  
Werner, 69168 Wiesloch, DE; Müller, Manfred, 74257  
Untereisesheim, DE

㉗ Mehrschicht-Gleitlagerwerkstoff

㉘ Ein Mehrschicht-Gleitlagerwerkstoff besteht aus einer metallischen Stützschiicht, einer porös gesinterten Trägerschiicht aus metallischem Gleitwerkstoff und einer Gleit-schiicht aus einer auch die Poren der Trägerschiicht ausfüllenden Mischung aus PTFE und 5 bis 30 Vol.-% metallischem Füllstoff. Zur Verringerung des Verschleißes enthält die PTFE/metallische Füllstoff-Mischung noch 5 bis 40 Vol.-% PVDF.

DE 43 19 867 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Mehrschicht-Gleitlagerwerkstoff aufgebaut aus einer metallischen Stützschiicht, einer auf dieser porös aufgesinterten Trägerschiicht aus metallischem Gleitlagerwerkstoff und einer Gleitschiicht aus einer auch die Poren der Trägerschiicht vollständig ausfüllenden Mischung aus Polytetrafluorethylen (PTFE) und 5 bis 30 Vol.% metallischem Füllstoff.

Gleitlager aus Massivkunststoffen besitzen eine sehr geringe Affinität gegenüber der Gegenauflfläche, sind deshalb unempfindlich gegen Fressen und stellen gegenüber metallischen Gleitlagern wesentlich geringere Ansprüche an die Schmierstoffversorgung. Andererseits sind derartige Gleitlager nur begrenzt einsetzbar, weil sie unter Belastung zum Kaltfluß neigen, eine hohe thermische Ausdehnung, eine geringe Wärmeleitung besitzen und der Verschleißwiderstand vergleichsweise gering ist.

Diese Nachteile lassen sich durch Gleitlager vermeiden, die aus einer Stützschiicht aus Stahl, hochfester Aluminiumlegierung oder Bronze, einer auf der Stützschiicht porös aufgesinterten Trägerschiicht aus Bronze (Zinnbronze oder Zinnbleibronze) oder Aluminiumlagerlegierung und einer Gleitschiicht aus einem Gemisch von PTFE und 5 bis 30 Vol.% Blei oder Zinksulfid, mit dem auch das Porenvolumen der Trägerschiicht vollständig ausgefüllt ist, aufgebaut sind (Technisches Handbuch der Kolbenschiicht AG, Heft 16, 1989). Die Gleitschiicht überträgt sich während der ersten Betriebsstunden teilweise auf die Gegenauflfläche. Es bildet sich eine Gleitfläche mit niedrigem Reibungskoeffizienten und geringem Verschleiß. Die Trägerschiicht ist ein stabiles tragfähiges Gerüst und gewährleistet eine gute Wärmeableitung. Die in den Poren der Trägerschiicht eingelagerte PTFE-Blei- bzw. -zinksulfid-Mischung tritt bei Erwärmung infolge Reibung aus und wirkt so als Schmierstoff. Die Stützschiicht und die Trägerschiicht verleihen dem Gleitlager eine hohe Druckfestigkeit von ca. 320 N/mm<sup>2</sup>. Diese Gleitlager sind für wartungsfreien Betrieb ohne zusätzliche Schmierstoffe konzipiert, sind weitgehend unempfindlich gegen eindringende Fremdkörper und können bei Umgebungstemperaturen von -200°C bis +280°C eingesetzt werden. Bei einer maximal zulässigen spezifischen Lagerbelastung von  $p = 250$  bis  $140$  N/mm<sup>2</sup> und einer niedrigen Gleitgeschwindigkeit von bis zu  $v = 0,001$  m/s wird ein ausgesprochen günstiger Reibungskoeffizient von 0,03  $\mu$  erzielt. Der Reibungskoeffizient steigt auf höchstens 0,15 bis 0,25  $\mu$  an, wenn die spezifische Lagerbelastung  $p < 1$  N/mm<sup>2</sup> und die höchstzulässige Gleitgeschwindigkeit  $v = 0,5$  bis  $2$  m/s betragen. Außer durch den oberen Grenzwert der spezifischen Lagerbelastung von  $p = 250$  N/mm<sup>2</sup> wird der Verschleiß und damit die Lebensdauer des Gleitlagers durch das Produkt aus spezifischer Lagerbelastung  $p$  und Gleitgeschwindigkeit  $v$  der Gegenauflfläche bestimmt. Für den Dauerbetrieb des Gleitlagers ist ein  $p \cdot v$ -Faktor von  $1,8$  N/mm<sup>2</sup>  $\times$  m/s und von  $3,6$  N/mm<sup>2</sup>  $\times$  m/s kurzzeitig zulässig. Das Gleitlager ist in den meisten Bereichen der Technik universell anwendbar.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, bei dem eingangs beschriebenen Mehrschicht-Gleitlagerwerkstoff die dem  $p \cdot v$ -Faktor proportionale Verschleißtiefe zu senken, ohne den günstigen Reibungskoeffizienten zu beeinträchtigen.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht darin, daß die Mischung aus PTFE und metallischem Füllstoff noch 5

bis 40 Vol.% PVDF enthält.

Durch diese Maßnahme gelingt es, die zulässige Gleitgeschwindigkeit auf  $v = 2,5$  bis  $3$  m/s zu erhöhen und dadurch die Verschleißtiefe von bis zu  $40$   $\mu$ m auch nach einer Laufzeit von 600 Stunden des Gleitlagers auf Werte von deutlich unter  $15$   $\mu$ m zu senken.

Im Rahmen der weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann die Dicke der Gleitschiicht über den Spitzen der Trägerschiicht auf  $> 30$   $\mu$ m bis zu  $80$   $\mu$ m erhöht und damit eine vorteilhafte spanende Bearbeitung der Lagerbohrung von aus dem erfindungsgemäßen Mehrschicht-Gleitlagerwerkstoff hergestellten gerollten Buchsen ermöglicht werden.

Für den Fall, daß der Mehrschicht-Gleitlagerwerkstoff für Gleitlager eingesetzt wird, die relativ höheren Gleitgeschwindigkeiten und relativ niedrigeren spezifischen Lagerbelastungen ausgesetzt sind, ist es angebracht, in der Gleitfläche der Gleitschiicht Schmiertaschen für das Einbringen einer Initialschmierung vorzusehen.

Im folgenden werden fünf aus dem erfindungsgemäß aufgebauten Mehrschicht-Gleitlagerwerkstoff vergleichend zu fünf aus dem zum Stand der Technik gehörenden Mehrschicht-Gleitlagerwerkstoff hergestellte gerollten Buchsen jeweils mit den Abmessungen  $\varnothing 20 \times \varnothing 23 \times 20$  mm getestet. Die gerollten Buchsen bestehen aus einer 1,1 mm dicken Stahlstützschiicht und einer darauf porös aufgesinterten 0,3 mm dicken Bleizinnbronzeschicht, deren Porenvolumen mit einer Mischung aus 70 Vol.% Polytetrafluorethylen (PTFE), 10 Vol.% Polyvinylidenfluorid (PVDF) und 20 Vol.% Blei vollständig ausgefüllt ist. Die gleiche Mischung befindet sich als 30  $\mu$ m dicke Gleitschiicht über den Spitzen der Bleizinnbronzeschicht. Von diesem Aufbau unterscheiden sich die aus dem bekannten Mehrschicht-Gleitlagerwerkstoff gefertigten gerollten Buchsen nur dadurch, daß die Füllung der Poren der Zinnbronzeschicht und die Gleitschiicht aus 80 Vol.% PTFE und 20 Vol.% Blei bestehen.

Die gerollten Buchsen werden auf einem Rotationsprüfstand einer Verschleißuntersuchung bei einer spezifischen Lagerbelastung von  $p = 0,6$  N/mm<sup>2</sup> und einer Gleitgeschwindigkeit der Welle von  $v = 2,3$  m/s — entsprechend einem  $p \cdot v$ -Faktor von  $1,38$  N/mm<sup>2</sup>  $\times$  m/s — unterworfen. Die in der Zeichnung dargestellten Kurven für das Verschleißverhalten der gerollten Buchsen in Abhängigkeit von der Laufzeit, die jeweils einen Mittelwert aus den Verschleißuntersuchungen an den jeweiligen fünf Buchsen wiedergeben, zeigen, daß sowohl während der Einlaufzeit bis etwa 600 Betriebsstunden als auch nach beendeter Laufzeit die aus dem erfindungsgemäß aufgebauten Mehrschicht-Gleitlagerwerkstoff (ausgezogene Kurvenlinie) produzierten gerollten Buchsen einen um ca. 50% geringeren Verschleiß als die aus dem zum Stand der Technik gehörenden Mehrschicht-Gleitlagerwerkstoff (gestrichelte Kurvenlinie) hergestellten gerollten Buchsen aufweisen.

## Patentansprüche

1. Mehrschicht-Gleitlagerwerkstoff, aufgebaut aus einer metallischen Stützschiicht, einer darauf porös aufgesinterten Trägerschiicht aus metallischem Gleitlagerwerkstoff und einer Gleitschiicht aus einer auch die Poren der Trägerschiicht vollständig ausfüllenden Mischung aus Polytetrafluorethylen (PTFE) und 5 bis 30 Vol.% metallischer Füllstoff, dadurch gekennzeichnet, daß die Mischung noch 5

bis 40 Vol.% Polyvinylidenfluorid (PVDF) enthält.

2. Mehrschicht-Gleitlagerwerkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Gleitschicht  $> 30 \mu\text{m}$  bis zu  $80 \mu\text{m}$  beträgt.

3. Mehrschicht-Gleitlagerwerkstoff nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Gleitfläche der Gleitschicht Schmiertaschen aufweist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

